

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-258556

(43)Date of publication of application : 12.09.2003

(51)Int.Cl.

H03B 9/14

(21)Application number : 2002-009258

(71)Applicant : NIPPON DEMPA KOGYO CO LTD
AIKAWA MASAYOSHI

(22)Date of filing : 17.01.2002

(72)Inventor : AIKAWA MASAYOSHI
TANAKA TAKAYUKI
ASAMURA FUMIO
OITA TAKEO

(30)Priority

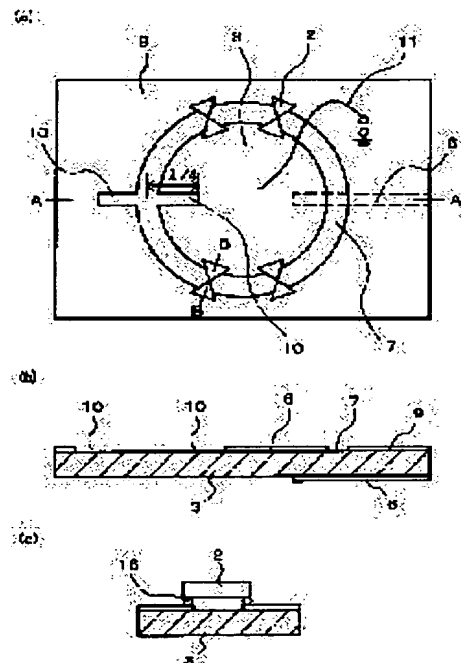
Priority number : 2001401931 Priority date : 28.12.2001 Priority country : JP

(54) TWO-PORT ELEMENT HIGH FREQUENCY OSCILLATOR USING SLOT LINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a highly productive high frequency oscillator which facilitates a variety of circuit designs including the impedance matching and readily provides an increased oscillation output power.

SOLUTION: The high frequency oscillator has a substrate, a resonator circuit which is disposed on one principal surface of the substrate and consists of a closed loop-shaped slot line including an inner conductor and an outer conductor, an electric boundary point set on the slot line, a two-port negative resistance element for connecting between the inner conductor and outer conductor, and an output line electrically connected to the slot line.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

30.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-258556
(P2003-258556A)

(43)公開日 平成15年9月12日(2003.9.12)

(51)Int.Cl.⁷
H 0 3 B 9/14

識別記号

F I
H 0 3 B 9/14

ページ数(参考)

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2002-9258(P2002-9258)
(22)出願日 平成14年1月17日(2002.1.17)
(31)優先権主張番号 特願2001-401931(P2001-401931)
(32)優先日 平成13年12月28日(2001.12.28)
(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000232483
日本電波工業株式会社
東京都渋谷区西原1丁目21番2号
(71)出願人 501382823
相川 正義
神奈川県横浜市青葉区奈良2丁目26-11
(72)発明者 相川 正義
神奈川県横浜市青葉区奈良2丁目26-11
(72)発明者 田中 高行
佐賀県杵島郡白石町福吉1869-2

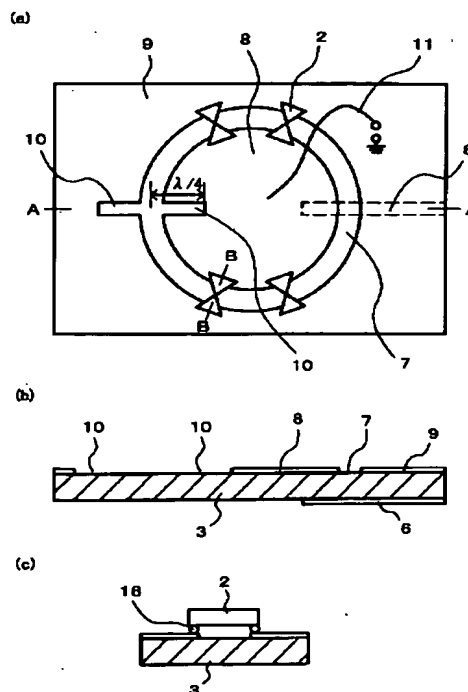
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スロットラインを用いた2端子対高周波発振器

(57)【要約】

【目的】インピーダンスの整合を含めた各種の回路設計及び高出力化を容易にして生産性を高める高周波発振器を提供する。

【構成】内側導体と外側導体とからなるループ状に閉じたスロットライン型の共振回路を基板の一主面に形成して、前記スロットラインの一端に電気的境界点を設け、前記内側導体と外側導体との間に2端子対の負性抵抗体を接続し、前記スロットラインと電気的に接続した出力線を含む出力素子を設けた構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】内側導体と外側導体とからなるループ状に閉じたスロットライン型の共振回路を基板の一主面に形成して、前記スロットラインの一端に電氣的境界点を設け、前記内側導体と外側導体との間に 2 端子対の負性抵抗体を接続し、前記スロットラインと電氣的に接続した出力線を含む出力素子を設けたことを特徴とするスロットラインを用いた 2 端子対高周波発振器。

【請求項 2】請求項 1 において、前記電氣的境界点は前記スロットラインの一端に直列に設けたスロットライン・スタップによって電氣的開放端とする 2 端子対高周波発振器。

【請求項 3】前記スロットライン・スタップの長さは発振周波数に対して 4 分の 1 波長である請求項 2 の 2 端子対高周波発振器。

【請求項 4】前記スロットラインの長さは発振周波数の波長の整数倍である請求項 2 の 2 端子対高周波発振器。

【請求項 5】請求項 1 において、前記電氣的境界点は、前記基板の他主面に設けられて、前記スロットラインの一端における前記内部導体と外部導体とを接続するマイクロストリップラインによって電氣的短絡端とする 2 端子対高周波発振器。

【請求項 6】請求項 1 において、前記電氣的境界点は前記スロットラインの一端に設けた前記内側導体と外側導体との間に接続したキャパシタであって、前記電氣的境界点を電氣的短絡端とする 2 端子対高周波発振器。

【請求項 7】前記スロットラインの長さは発振周波数の 2 分の 1 の奇数倍である請求項 5 又は 6 の 2 端子対高周波発振器。

【請求項 8】請求項 1 において、前記出力線は前記基板の他主面に設けられて前記スロットラインと電磁結合したマイクロストリップラインである 2 端子対高周波発振器。

【請求項 9】請求項 1 において、前記出力線は前記スロットラインに直列に接続したコプレーナラインである 2 端子対高周波発振器。

【請求項 10】請求項 1 において、前記出力線は前記スロットラインに直列に接続したスロットラインである 2 端子対高周波発振器。

【請求項 11】請求項 1 において、前記出力素子は前記スロットラインの内側導体と外側導体に接続した 2 端子対の機能回路である 2 端子対高周波発振器。

【請求項 12】前記出力線は前記スロットラインの一端に設けた電氣的境界点から時計周りと反時計回りの電気長が均等な対称点に設けられた請求項 8、9、10 又は 11 の 2 端子対高周波発振器。

【請求項 13】請求項 1 において、前記スロットラインの電氣的境界点に可変リアクタンスを配置して前記スロットラインの電気長を可変した 2 端子対高周波発振器。

【請求項 14】請求項 1 において、前記スロットライン

の内側導体にサブ・ハーモニック注入同期信号を印加した高周波発振器。

【請求項 15】請求項 1 において、前記スロットラインの一端に設けた電氣的境界点を電氣的開放端とするとともに電気長を 2 分の 1 波長の奇数倍として、前記電氣的開放端から時計周りと反時計回りの電気長が均等な対称点に出力線を設けて基本発振周波数の 2 倍波を得た 2 端子対高周波発振器。

【請求項 16】請求項 1 において、前記スロットラインの一端に設けた電氣的境界点を電氣的短絡端とするとともに電気長を 1 波長の整数倍として、前記電氣的開放端から時計周りと反時計回りの電気長が均等な対称点に出力線を設けて基本発振周波数の 2 倍波を得た 2 端子対高周波発振器。

【請求項 17】請求項 15 又は 16 による前記 2 端子対高周波発振器を 2 個並べて前記出力線を共通接続して出力共通線とし、前記出力共通線に先端が突出したマイクロストリップラインからなる合成出力線を前記基板の他主面に設けて基本発振周波数の 4 倍波を得た 2 端子対高周波発振器。

【請求項 18】前記出力共通線は前記 2 個の高周波発振器を互いに逆相発振させる長さの共振器である請求項 19 の 2 端子対高周波発振器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロ波やミリ波帯の 2 端子対高周波発振器（以下、高周波発振器とする）を産業上の技術分野とし、特にスロットライン（以下、SL とする）型の平面共振回路を用いた高周波発振器に関する。

【0002】

【従来の技術】（発明の背景）マイクロ波・ミリ波帯の高周波発振器は高速・高周波装置の心臓部として、性能的にもコスト的にも重要な位置付けにある。このようなものの一つに、マイクロストリップライン（MSL とする）型の平面共振回路（MSL 共振回路とする）を用いたものがある。

【0003】（従来技術の一例）第 13 図はこの種の一例を説明する高周波発振器の図で、同図（a）は平面図、同図（b）は A-A 断面図である。高周波発振器は、MSL 共振回路 1 と 2 端子対の負性抵抗体（発振素子）としての例えばガンダイオード 2 とからなる。MSL 共振回路 1 は、誘電体等からなる基板 3 の一主面に円形状の回路導体 1A を形成し、他主面に接地導体 4 を設けてなる。ガンダイオード 2 は、MSL 共振回路 1 の一端外周（左端）から延出した整合線路 5 に一端側を接続し、他端側を図示しないビアホールによって接地導体 4 に接続する。そして、MSL からなる出力線 6 を MSL 共振回路 1 の他端外周（右端）に接続するとともに、出力線 6 には整合線路 5 を設けてなる。

10

20

30

40

50

【0004】このようなものでは、ガンダイオード2はMSL共振回路1の共振周波数領域で負性抵抗を示す。そして、MSL共振回路1に電力を供給することから、共振状態を維持即ち発振する。発振周波数は、概ね、回路導体1Aの大きさ及び基板3の誘電率によって決定されるMSL共振回路1の共振周波数に依存する。なお、ガンダイオード2のような個別素子（ディスクリート素子）は比較的低価格であるので、特にミリ波帯等での発振素子として大いに期待される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】（従来技術の問題点）しかしながら、上記構成の高周波発振器では、ガンダイオード2等の負性抵抗体はインピーダンスが比較的小さく、これに対してMSL共振回路1はインピーダンスが高いため、例えば両者のインピーダンス整合が一般に困難となる。また、ガンダイオード2の高周波接地のためには基板3にビアホール工程が必要であり、特に高周波になる程、ビアホールのリアクタンス（寄生成分）に起因する特性劣化例えば回路損失に伴う発振出力（電力）の低下が発生する。そして、生産性の向上を阻害する問題があった。

【0006】このことから、例えばMSL共振回路1の高次モード（TM₂₁）を利用し、第14図に示したように幾何学的な対称点である同電位点に複数のガンダイオード2を接続して発振出力を合成したものがある。しかし、この場合においても、ビアホール工程が必要であり、これによる更なるリアクタンスの影響も避けられない。

【0007】（発明の目的）本発明は、インピーダンスの整合を含めた各種の回路設計及び高出力化を容易にして生産性を高める高周波発振器を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段、請求項1】（着目点）本発明では、上述した従来技術の問題が基板の一主面に回路導体（信号線）を他主面に接地導体を有するMSL共振回路に起因することから、同一主面に形成された内側導体と外側導体との間を高周波が伝播するSL型の平面共振回路（SL共振回路とする）に着目した。

【0009】（解決手段）本発明は、内側導体と外側導体とからなるループ状に閉じたSL型の共振回路を基板の一主面に形成して、前記SLの一端に電気的境界点を設け、前記内側導体と外側導体との間に2端子対の負性抵抗体を接続し、前記SLと電気的に接続した出力線を設けたことを基本的な解決手段とする。

【0010】

【作用】本発明では、SL共振回路を適用して2端子対高周波発振器の負性抵抗体を接続するので、負性抵抗体の高周波接地が同一主面上で行える。したがって、MSL共振回路のように高周波接地用のビアホールを必要と

しないので、回路損失（寄生成分）を少なくした実装を容易にし、高周波での優れた発振特性を得られる。また、SL共振回路はSLに沿って定在波が生じて各点でのインピーダンスを異にするので、整合線路（回路）を要することなく、負性抵抗体の接続位置を適切に決めるのみでインピーダンス整合を容易にする。以下、本発明に基づく各実施例を説明する。

【0011】

【第1実施例、請求項2、3、4及び8】第1図は本発明の一実施例を説明する高周波発振器の図で、同図

（a）は平面図、同図（b）は（a）のA-A断面図、同図（c）は同B-B断面図である。なお、前従来例と同一部分には同番号を付与してその説明は簡略又は省略する。高周波発振器は、概ね、SL共振回路7と、負性抵抗素子としてのガンダイオード2と、出力線6からなる。SL共振回路7は基板3の一主面に設けた内側及び外側導体8、9からなるループ状のここでは円状のSLを有し、SL共振回路7の一端にスロットライン・スタップ（SLスタップとする）10を接続する。SL共振回路7は発振周波数の波長の整数倍ここでは1波長（ λ ）の電気長とする。SLスタップ10はSL共振回路7の一端から内外に直交して延出し（直列に接続し）、先端短絡とするそれぞれ概ね4分の1波長（ $\lambda/4$ ）の長さとする。なお、SLは内側及び外側導体9間での電界及び磁界によって高周波が伝播する。

【0012】ガンダイオード2は例えば4個として、SLスタップ10を形成された一端から約 $\lambda/4$ （90度）離れたSL共振回路7における図での上下両端の両側近傍に2個ずつ装荷する。例えば、各ガンダイオード2の一对の端子を内側及び外側導体8、9に例えばバンブ16を用いたフリップチップ実装によって電氣的・機械的に接続する。出力線6は基板3の他主面に形成されたMSLからなる。そして、SLスタップ10の形成されたSL共振回路7の一端に対して、反対方向の幾何学的に対称となる幾何学的対称点にて交差（直交）して電磁結合する。直流バイアスは外側導体9を接地として、内側導体8には高周波的に影響の少ない中心近傍にワイヤ11によって供給される。

【0013】このような構成であれば、SLスタップ10によってSL共振回路7の一端に電氣的境界点を形成し、この場合には、SLスタップ10が先端短絡端なのでSL共振回路7の一端に電氣的開放端（開放境界）を形成する。そして、ここではSL共振回路7の電気長を λ とするので、SLの一端（図の左端）と幾何学的対称点（図の右端）では逆位相点になる。したがって、SL共振回路7の一端はここでは電氣的開放端なので、SLの一端と幾何学的対称点とでは逆位相の最大電圧点となり、これらの各中間点（上下両端）を最小とした電圧分布の定在波による共振モードを得る。但し、電流分布は電圧分布とは逆となる。

【0014】そして、ここでは、SL共振回路7に4つのガンダイオード2を装荷するので、共振周波数領域での電力がそれぞれから供給されて発振する。但し、各ガンダイオード2は共振周波数領域で負性抵抗値を有する。そして、電磁結合した出力線6(MSL)によって、最大電圧分布となるSL共振回路7の右端側から電力合成された発振出力を得る。言わば、SL共振回路7を共用した4つの発振系による出力が合成される。

【0015】これらによれば、左右端を電圧最大(但し符号は逆)として中間を最小とした定在波からなる、換言すると両端のインピーダンスを最大として中間を最小とした連続的に変化するインピーダンス特性のSL共振回路7に、ガンダイオード2を直接的に装荷する。したがって、従来のように整合回路を要することなく、ガンダイオード2のインピーダンスに応じた個所に装荷できて設計を容易にする。この例では、ガンダイオード2は一般には低インピーダンスなので、電圧最小(電流最大)となる上下両端近傍の低インピーダンス領域に配置してある。

【0016】そして、この例では、ガンダイオード2の複数個(多素子)としてここでは4個としてSL共振回路7上に配置するので、各ガンダイオード2からの電力が合成されて高出力とし、多素子電力合成がいつも簡単に実現できる。また、SL共振回路7は内側及び外側導体8、9を同一主面に形成するので、従来のようにビアホールを要することなく容易にかつ高精度に実装できて生産性を高めるとともに、回路損失を少なくして発振出力を大きくできる。また、SL共振回路7における内部導体8の中心近傍は、高周波電磁界が及ばないので直流バイアスによる影響を殆ど無視できる。

【0017】なお、直流バイアスは内側導体8にワイヤ11で供給したが、基板3の他主面からビアホールを通して供給してもよい。この場合のビアホールは直流バイアス用なので、高周波的な回路損失の影響は殆ど無視できる。また、SLスタップ10は電氣的な開放端を確実にするためにSL共振回路7の一端から内外に形成したが、いずれか一方でもよい。そして、ガンダイオード2は発振出力を高めるために4個としたが、基本的には1個以上であればよい。

【0018】

【第2実施例、請求項2、5、7、及び8】第2図は本発明の第2実施例を説明する高周波発振器の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は断面図である。なお、これ以降の各実施例では前第1実施例と同一部分の説明は省略又は簡略する。前第1実施例では、SL共振回路7の一端に設けたSLスタップ10の長さを発振周波数の $\lambda/4$ として電氣的境界点を電氣的開放端としたが、第2実施例ではSL共振回路7の一端を電氣的短絡端として構成する例である。すなわち、第2実施例では一端に設けたSLスタップ10に代えて、基板3の他主面に長

さを $\lambda/2$ としたMSLスタップ15を形成し、内側導体8と外側導体を高周波的に接続し、電氣的短絡端とする。但し、SL共振回路7の一端から内外に延出するMSLスタップ15の長さはそれぞれ $\lambda/4$ とする。

【0019】そして、SL共振回路7の電氣長を概ね2分の1波長の奇数倍、例えばここでは $3\lambda/2$ とする。出力線6は前述同様にSL共振回路7の他端に直交して基板3の他主面に設ける。また、ガンダイオード2の例えば2個をSL共振回路7の電氣的短絡端(左端)の両側近傍に装荷する。

【0020】このような構成であれば、SL共振回路7はMSLスタップ15により電氣的短絡端としたSLの一端(左端)を最小電圧とし、反対方向の幾何学的対称点(右端)を最大とした電圧分布の定在波による共振モードを得る。但し、電流分布は電圧分布とは逆となる。したがって、この場合でも、最大電圧分布とした幾何学的対称点から出力線6によって発振出力を得ることができる。そして、SL共振回路7のインピーダンスは、SLの一端を最小として幾何学的対称点を最大として連続的に変化するもので、前述同様にガンダイオード2を整合しやすい任意の個所に配置できて設計を容易にする。ここでも、比較的に低インピーダンスとなるSL共振回路7の電氣的短絡端の両側近傍に配置している。

【0021】

【第3実施例、請求項2、6、7及び8】第3図は本発明の第2実施例を説明する高周波発振器の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は断面図である。前第2実施例では、基板3の他主面に設けたMSLスタップ15によってSL共振回路7の一端を電氣的短絡端としたが、第3実施例ではキャパシタを用いて電氣的短絡端とする。すなわち、第3実施例では、SL共振回路7の一端にて、内側導体8と外側導体9との間にキャパシタ12を接続即ちSLに並列接続する。これにより、内側導体8と外側導体9とを高周波的に短絡するので、SL共振回路7の一端を近似的に電氣的短絡端(短絡境界)とする。但し、SLの長さは前述同様に $\lambda/2$ の奇数倍とする。

【0022】したがって、この場合でも、SL共振回路7の一端(左端)を最小電圧とし、幾何学的対称点(右端)を最大とした電圧分布の定在波による共振モードを得て、右端側の出力線6によって発振出力を得ることができる。そして、前述同様にガンダイオード2を整合しやすい任意の個所に配置できて設計を容易にする等の効果を得る。なお、キャパシタ12は、個別素子でもよいがミリ波などの高周波帯ではギャップコンデンサをパターン形成してもよい。

【0023】

【第4実施例、請求項13】第4図、第5図及び第6図は本発明の第4実施例を説明する周波数可変型とした高周波発振器の図で、それぞれ同図(a)は平面図、同図

(b) は A-A 断面図、第 5 図 (c) は同図 (a) の一部拡大図 (電氣的境界点) である。第 4 実施例は、例えば S L 共振回路 7 の一端を電氣的開放端 (前第 1 実施例) 又は電氣的短絡端 (前第 2 及び第 3 実施例) とした高周波発振器を、可変リアクタンス素子例えばバラクタダイオードを用いて周波数可変型とする例である。

【0024】すなわち、第 4 図は前第 1 実施例の高周波発振器を周波数可変型とする例である。この例では S L 共振回路 7 の電氣的開放端とする一端から内側に延出した S L スタップ 10 内に概ね $\lambda/4$ の信号線 14 A を設けて、電氣的短絡端とする先端開放のコプレーナライン (CPW とする) 14 を形成する。そして、カソード同士が接続 (逆接続) された一対のバラクタダイオード 13 の各アノードを、S L スタップ 10 の延出始端となる両側の外側導体 9 に接続する。また、逆接続したバラクタダイオードカソードを CPW に接続する。

【0025】このような構成であれば、一対のバラクタダイオードは電氣的短絡端とした CPW 14 を経て、S L 共振回路 7 の S L に直列に挿入される。そして、ワイヤ 11 等を経てカソードに印加される制御電圧によって容量が変化し、これにより S L 共振回路 7 の電氣長も変化して、発振周波数を可変できる。

【0026】第 5 図は前第 2 実施例の高周波発振器を周波数可変型とした例である。すなわち、この例では、内外に延出していずれも電氣的短絡端とした M S L スタップ 15 の中央を分割して、1 個のバラクタダイオード 13 を接続する。このようにすれば、S L 共振回路 7 にバラクタダイオード 13 が直列に挿入されたことになるので、前述のようにアノード・カソード間に印加される制御電圧によって容量が変化して、発振周波数を可変できる。

【0027】第 6 図は前第 3 実施例の高周波発振器を周波数可変型とした例である。すなわち、この例では S L 共振回路 7 の一端に 1 個のバラクタダイオード 13 のアノードを外側導体 9 に、カソードを電氣的短絡端とする前述したキャパシタ 12 に接続する。このようにすれば、前述同様にバラクタダイオード 13 は短絡端としたキャパシタ 12 を経て S L 共振回路 7 の S L に直列に挿入され、カソードに印加される制御電圧によって S L の電氣長も変化して、発振周波数を可変できる。

【0028】なお、この場合、第 7 図に示したように、S L 共振回路 7 の一端に、外側に延出して電氣的開放端とする先端短絡の概ね $\lambda/4$ の S L スタップ 10 を直列に設ける。そして、逆接続した一対のバラクタダイオード 13 の各アノードを S L スタップ 10 の延出始端となる両側の外側導体 9 に接続する。また、バラクタダイオード 13 のカソードを電氣的短絡端とする前述したキャパシタ 12 に接続し、S L 共振回路 7 の S L に直列に挿入するようにしてもよい。

【0029】このように、S L 共振回路 7 の一端を電氣

的開放端あるいは短絡端としたいずれの場合でも簡易な構成で周波数可変型の高周波発振器を得ることができる。なお、バラクタダイオード 13 のカソードにはワイヤ 11 によって制御電圧を印加したが、これもビアホールを介した基板 3 の他主面からの供給等も可能である。

【0030】

【第 5 実施例、請求項 14】第 8 図は本発明の第 5 実施例を説明するサブ・ハーモニック注入同期発振型の高周波発振器の図で、同図 (a) は平面図、同図 (b) は断面図である。すなわち、第 5 実施例は、例えば S L 共振回路 7 の一端を電氣的開放端 (前第 1 実施例) とした高周波発振器をサブ・ハーモニック注入同期発振させる例である。この例では、基板 3 の一主面に辺縁から CPW 14 を設けてワイヤ 11 によって内側導体 8 に、発振周波数の $1/n$ となる同期信号を注入する。CPW 14 は外側導体 9 を切欠して信号線 14 A が形成される。

【0031】このようなものでは、簡単な構成で同期信号を注入できる。そして、同期信号によって発振周波数の n 周期 (但し、 n は整数) ごとに位相が揃えられ、位相雑音特性や周波数安定化を図ることができる。なお、基板 3 の他主面に M S L を形成してビアホールによって内側導体 8 に同期信号を注入してもよい (未図示)。これらの場合、同期信号は比較的に周波数が低いので、ワイヤ 11 やビアホールによる影響は避けられる。また、第 1 実施例の高周波発振器を例としたが、第 2 及び第 3 実施例の S L 共振回路 7 の一端を電氣的短絡端とした場合でも同様に適用できる。

【0032】

【第 6 実施例、請求項 15 及び 16】第 9 図は本発明の第 6 実施例を説明する 2 相 Push-Push 発振とした高周波発振器の図で、同図 (a) は平面図、同図 (b) は A-A 断面図である。すなわち、第 6 実施例は、例えば S L 共振回路 7 の一端を電氣的開放端 (前第 1 実施例) とした高周波発振器を用いて、基本発振周波数の 2 倍の発振周波数出力を得る 2 相 Push-Push 発振とする例である。前第 1 実施例との基本的な相違点は、前第 1 実施例の S L 共振回路 7 の電氣長を λ の整数倍としたのを、 $\lambda/2$ の奇数倍例えば $3/2 \lambda$ として Push-Push 発振させる点である。

【0033】そして、ここでは、基本発振周波数 f_0 及びその 2 倍波 $2 f_0$ に対しても、S L 共振回路 7 の一端が電氣的開放端となるように、例えば外側に延出する S L スタップ 10 を基本発振周波数 f_0 にとって $\lambda/4$ とし、内側に延出する S L スタップ 10 を基本発振周波数 f_0 にとって $\lambda/8$ 即ち 2 倍波にとって $\lambda/4$ とする。なお、ガンダイオード 2 は便宜的に 2 個とし、S L 共振回路 7 の上下両端を含む近傍で、電氣的開放端 (左端) 及び出力線 6 の幾何学的対称点 (右端) からみて幾何学的に対称となる個所に装荷する。

【0034】このような構成であれば、出力線 6 は電氣

長が $\lambda/2$ の奇数倍であるために零電位点になって、基本発振周波数 f_0 の出力は生じない。一方、基本発振周波数の2倍波 $2f_0$ は、 $2f_0$ に対するSL共振回路7の電気長が1波長(λ)の整数倍となるので、出力線6では最大電位点となって2個のガンダイオード2による2倍波 $2f_0$ の出力を得ることができる。

【0035】なお、SL共振回路7の一端を短絡端とした第2及び第3実施例の場合には、 $\lambda/2$ の奇数倍としたSLの電気長を1波長の整数倍とし、出力線6から見て2個のガンダイオード2を電気的な同位相点に配置すれば、同様に基本発振周波数の2倍となる発振周波数を得ることができる。このように、いずれの場合でも、SL共振回路7の電気長を変えるのみで簡易にPush-Push発振を構成できる。

【0036】

【第7実施例、請求項17及び18】第10図は本発明の第7実施例を説明する4相Push-Push発振とした高周波発振器の図で、同図(a)は平面図、同図(b)はA-A断面図である。前第6実施例では基本発振周波数を2倍にする2相Push-Push発振の例を示したが、第7実施例では4倍にする4相Push-Push発振の例である。すなわち、第7実施例は、前述した2相Push-Push発振器の2個を、互いにSL共振回路7の他端側を対向させて左右に配置し、他主面の出力線6を共通接続する。これを出力共通線6Aとし、その電気長を基本発振周波数 f_0 の2倍波 $2f_0$ に対して概ね2分の1波長($\lambda/2$)とする。そして、出力共通線6Aの中心点から2倍波 $2f_0$ にとって $\lambda/4$ となる先端開放のMSLスタップ15が突出した合成出力線6B(MSL)を設ける。

【0037】このような構成であれば、出力共通線6Aは基本発振周波数 f_0 の2倍波に対して2分の1波長共振器となり、左右に配置した2個の2相Push-Push発振器は互いに逆相発振となる。したがって、Push-Push発振原理に基づいて、合成出力線6Bには2倍波の2倍、即ち基本発振周波数 f_0 の4倍の発振周波数 $4f_0$ が得られる。この場合も、簡易な構成で4相Push-Push発振器を得ることができ、さらにはこれらを合成することもできる。

【0038】

【他の事項】上記各実施例では、SL共振回路7の他端に設けた出力線6は基板3の他主面に設けたMSLとしたが、例えばCPWやSLとしてもよい。第11図は例えばSL共振回路7の一端を電気的開放端とした場合(第1実施例)での出力線6をCPWとした例であり(請求項9)、第12図は同SLとした例である(請求項10)。なお、出力線6をCPWとする場合、信号線6Aの両側の外側導体9をワイヤ11やエアブリッジによって共通接続して、同電位にすることが望ましい。これらの場合、いずれもSL共振回路7と出力線6とが同一主面上に形成されるので、基板3の両面利用が困難な

場合特に有用となる。

【0039】また、MSL等の線路によって発振出力を得たが、これに限らずSL共振回路7の幾何学的対称点にて内側及び外側導体8、9に接続する2端子対としたIC等の機能回路を実装して出力を取り出すこともでき(請求項11)、請求項1ではこれらを含めて出力素子としている。また、出力線6は電気的境界点とは反対方向の幾何学的対称点に設けたが、例えばガンダイオード2を含む負性抵抗体の遅延時間が無視できない場合はこの限りではない。要するに、電気的境界点から時計回りと反時計回りの電気長が均等な電気的対称点に出力線6を配置すればよい(請求項12)。

【0040】また、出力線6はSL共振回路7の電圧最大領域の他端に設けたが、疎結合であれば基本的には他の個所に設けても発振出力を得ることができる。また、ガンダイオード2はSL共振回路7の電圧最小領域及びその近傍に配置したが、要はガンダイオード2を含む負性抵抗体のインピーダンスに応じた個所に配置すればよい。また、SLスタップ10等の線路長は $\lambda/4$ 又は $\lambda/2$ としたが、これらは厳格ではなく概ねであればよく、実際の機能を果たすものはこれら数値の範囲内である。そして、SL共振回路7は円形状としたが方形状でもよく、基本的に閉ループを形成してあればよい。

【0041】

【発明の効果】以上に各実施例を説明したように、本発明は基板の一主面に設けたSLと例えば他主面に設けたMSLの伝送特性と線路構造を活用して、従来技術の課題である高周波帯発振器の簡易経済化、高出力化、高周波発振とその高品質特性を実現するものである。この回路構造によって、以下のような具体的な効用を実現できる。

(1) SLを用いているために、負性抵抗体としての半導体ダイオードや負性抵抗ICチップを表面実装あるいはバンパ技術によるフリップチップ実装が可能であるので、高周波帯接地が良好である共に、高い実装精度が要求される高周波化と量産性にも優れている。特に、比較的低価格な半導体ダイオードを用いることによって、ミリ波等の高周波帯発振器の低コスト化に大変有効である。

(2) 内部導体8の中心近傍は高周波電磁界が及ばないので直流バイアスを高周波発振信号と干渉なく印加できる。また、出力線を例えばMSLとして電磁結合により発振出力を簡単に取り出せるので、その設計によって発振器と外部線路との結合度も自在に設定できる。

(3) 負性抵抗体とSL共振回路7とのインピーダンス整合については、共振回路の共振モードを考慮して適切に選定することができる。

(4) 可変リアクタンスを電気的境界点に配置するのみで、発振周波数の制御も簡易に実現できる。また、多素子電力合成発振にも優れていると同時に、2あるいは4

倍の高周波化が可能なPush-Push発振も実現できるので、ミリ波・サブミリ波帯等の超高周波発振にも有効である。

【0042】要するに、本発明は、内側導体と外側導体とからなるループ状に閉じたSL共振回路を基板の一主面に形成して、前記SLの一端に電氣的境界点を設け、前記内側導体と外側導体との間に2端子対の負性抵抗体を接続し、前記SLと電氣的に接続した出力線を設けたので、インピーダンスの整合を含めた各種の回路設計及び高出力化を容易にして生産性を高める高周波発振器を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を説明する高周波発振器の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A断面図、同図(c)は同図(b)のB-B断面図である。

【図2】本発明の第2実施例を説明する高周波発振器の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A断面図である。

【図3】本発明の第3実施例を説明する高周波発振器の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A断面図である。

【図4】本発明の第4実施例の一例を説明する高周波発振器(周波数可変型)の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A断面図である。

【図5】本発明の第4実施例の他例を説明する高周波発振器(周波数可変型)の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A断面図、同図(c)は一部拡大図である。

【図6】本発明の第4実施例の他例を説明する高周波発振器(周波数可変型)の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A断面図、同図(c)は一部拡大図である。

【図7】本発明の第4実施例の他例を説明する高周波発振器(周波数可変型)の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A断面図、同図(c)は一部拡大図である。

【図8】本発明の第5実施例を説明する高周波発振器(注入同期)の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A断面図である。

【図9】本発明の第6実施例を説明する高周波発振器(2相Push-Push発振)の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A断面図である。

【図10】本発明の第6実施例を説明する高周波発振器(4相Push-Push発振)の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A断面図である。

【図11】本発明の他の実施例(コプレーナライン出力)を説明する高周波発振器の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A断面図である。

【図12】本発明の他の実施例(スロットライン出力)を説明する高周波発振器の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A断面図である。

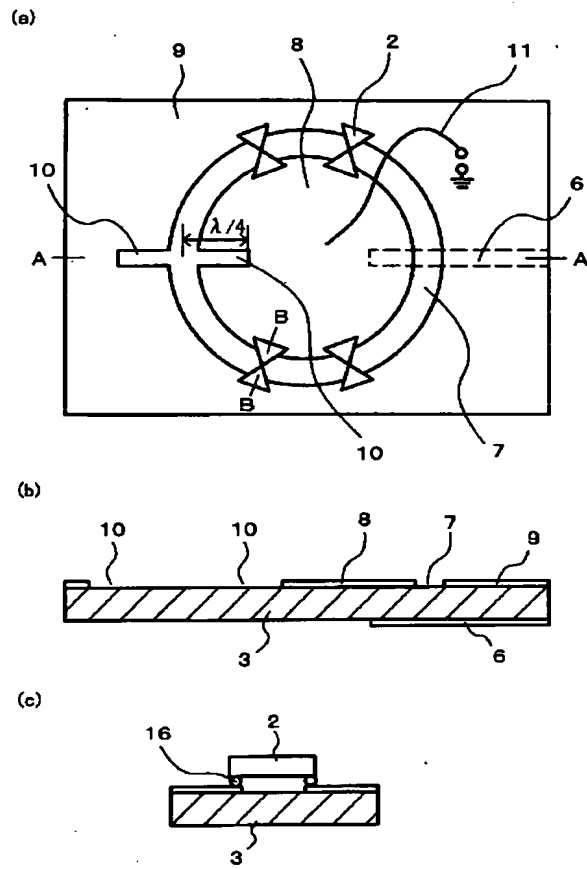
【図13】従来例を説明する高周波発振器の図で、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A断面図である。

【図14】従来例を説明する高周波発振器の平面図である。

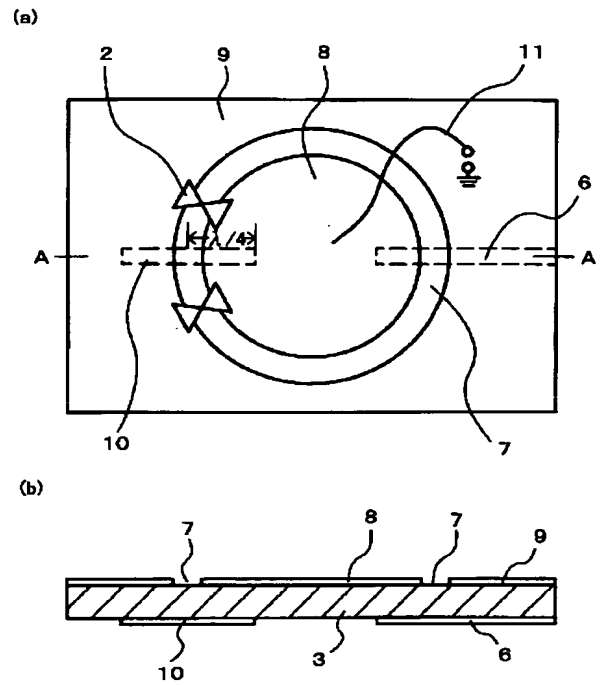
【符号の説明】

1 MSL共振回路、2 ガンダイオード、3 基板、4 接地導体、5 整合線、6 出力線、7 SL、8 内側導体、9 外側導体、10 SLスタップ、11 ワイヤ、12 キャパシタ、13 バラクタダイオード、14 CPW、15 MSLスタップ、16 バンプ。

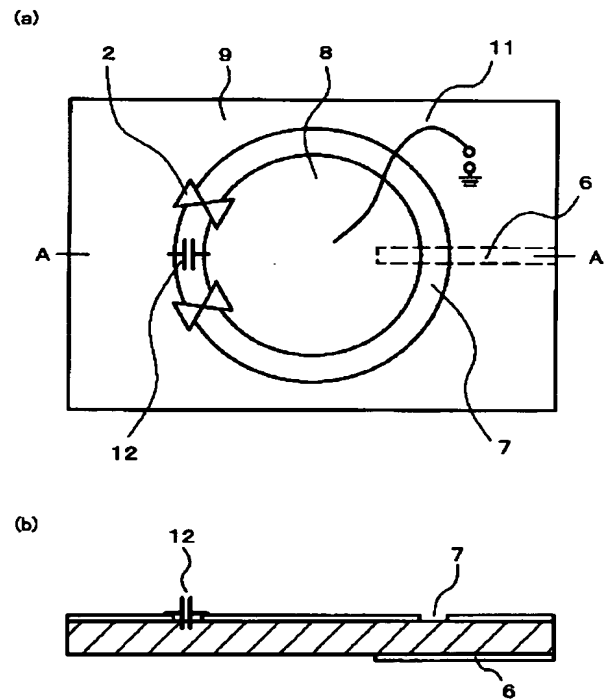
【図1】



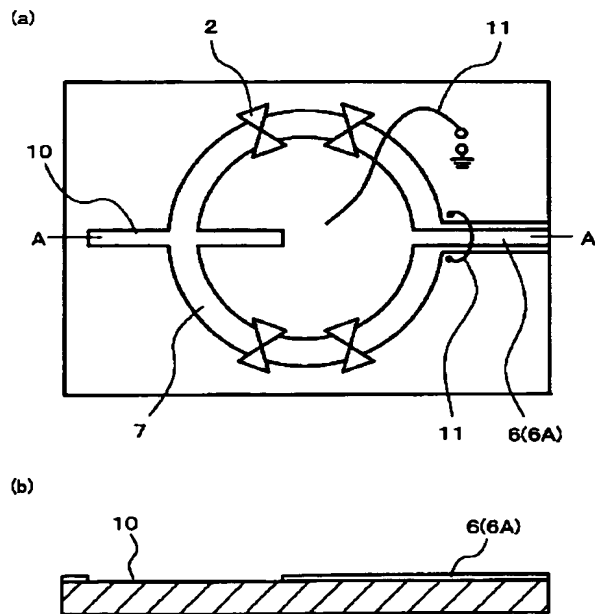
【図2】



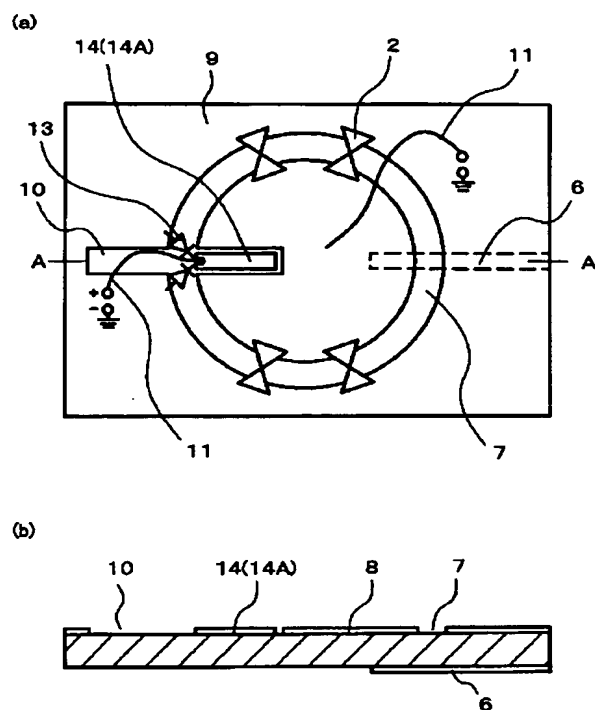
【図3】



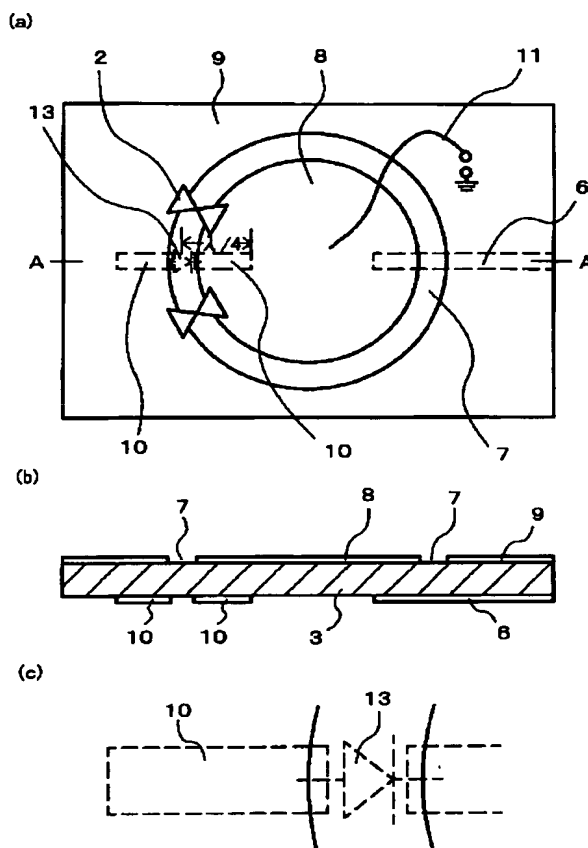
【図11】



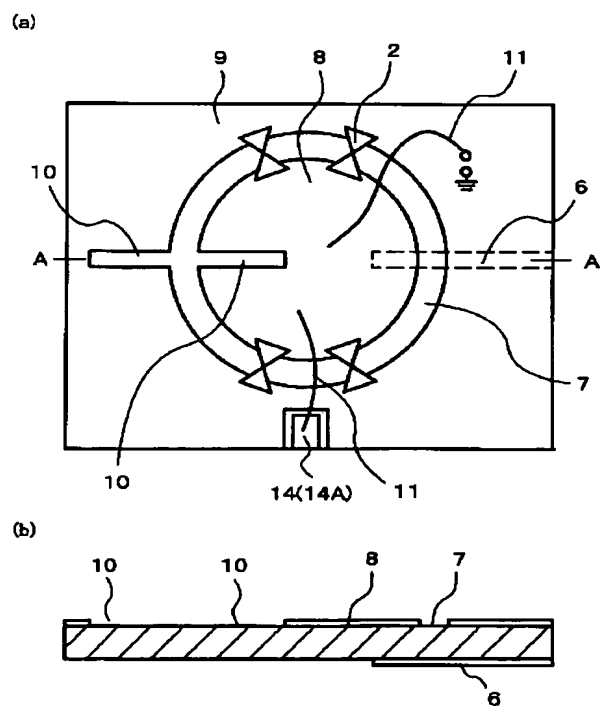
【図4】



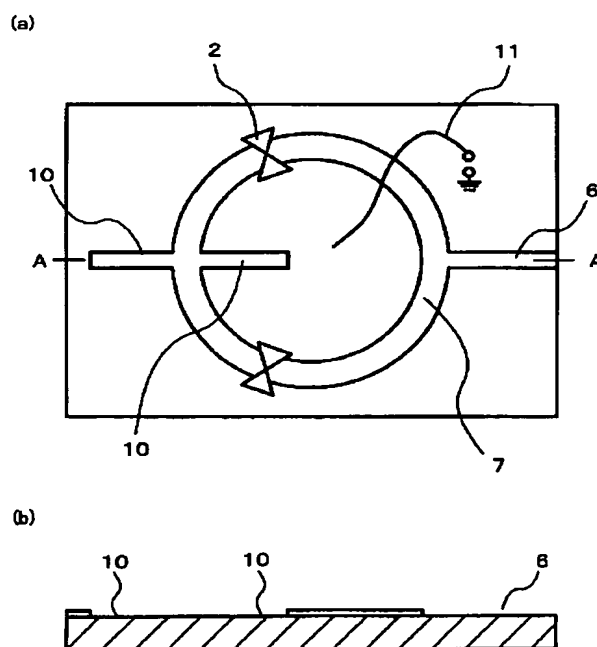
【図5】



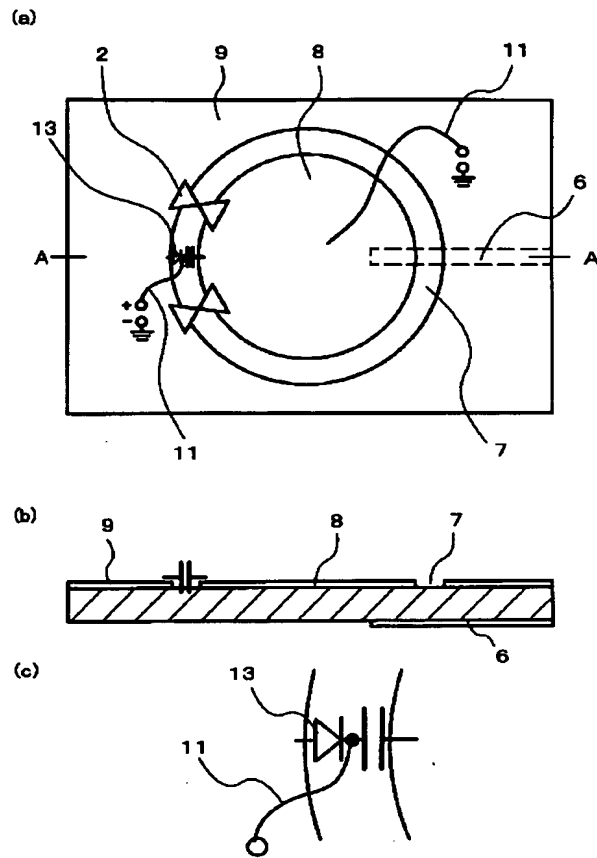
【図8】



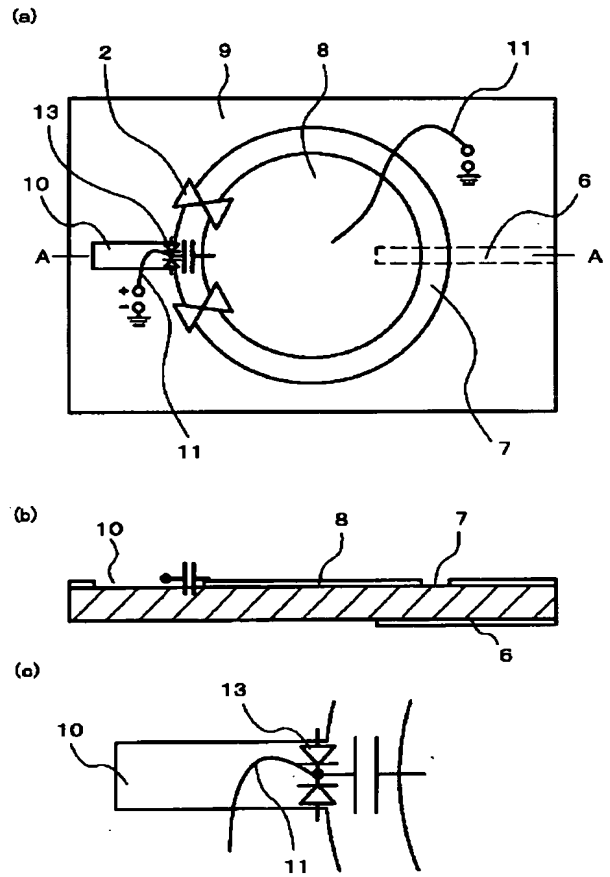
【図12】



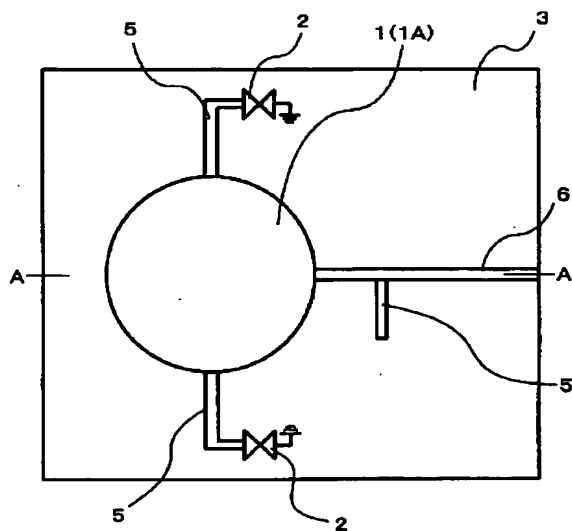
【図6】



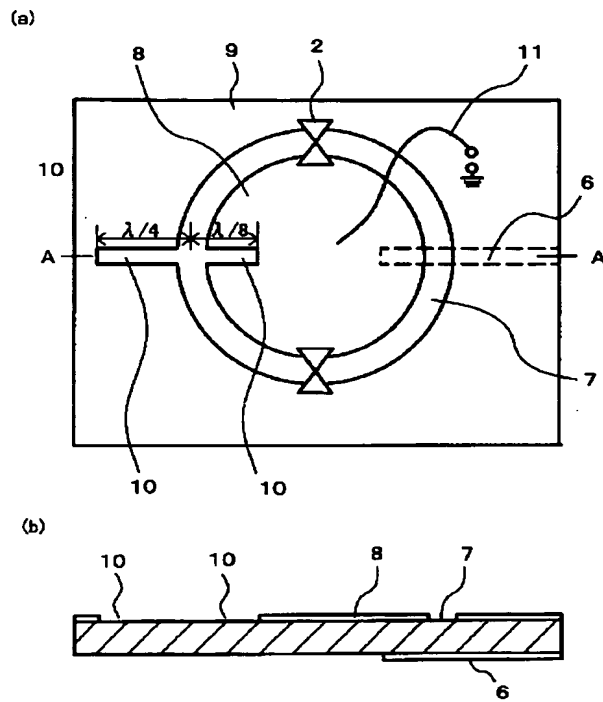
【図7】



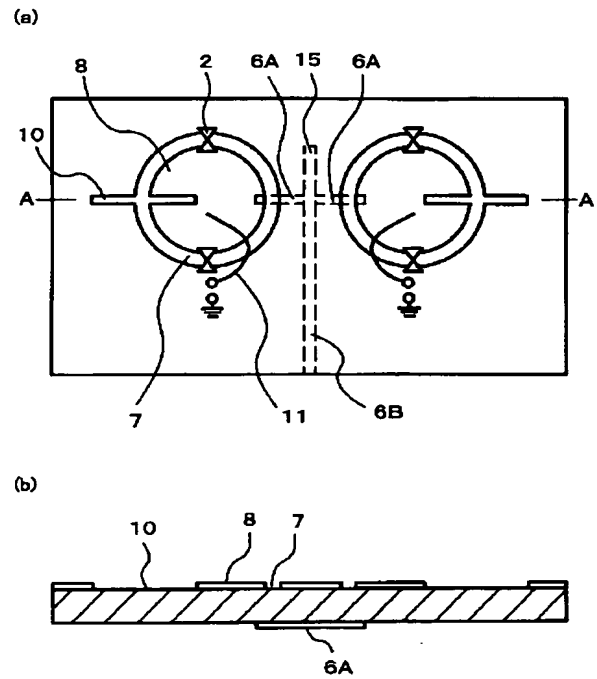
【図14】



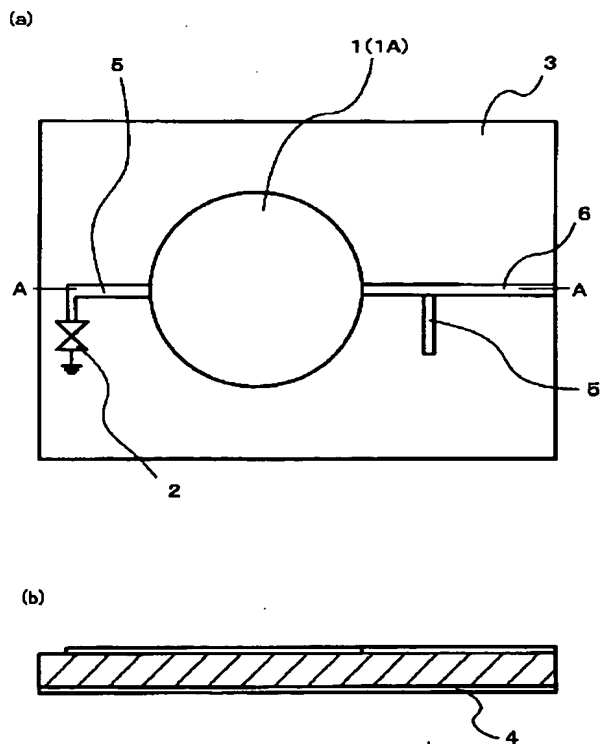
【図9】



【図10】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 浅村 文雄
埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日
本電波工業株式会社狭山事業所内

(72)発明者 追田 武雄
埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日
本電波工業株式会社狭山事業所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.